Projekt kluczowy Nowoczesne technologie materiałowe stosowane w przemyśle lotniczym









Politechnika Warszawska, Politechnika Rzeszowska



lub uniemożliwiają ich użycie jest stosunkowa mała stabilność termiczna i odporność na płomień. Dlatego bardzo ważny jest dobór i zastosowanie skutecznego, a zarazem bezpiecznych środków utrudniających palenie.

Wykorzystując nasze wcześniejsze prace na temat modyfikacji bentonitów czwartorzędowymi solami amoniowymi (QAS), postanowiliśmy rozszerzyć te badania tak, aby uzyskać efektywne napełniacze do żywicy epoksydowej Epidian 6 poprawiające jej odporność na płomień.







• Dalsze zwiększenie zawartości NanoBentu ZR1 i ZR2 nie ma wpływu na poprawę odporności na płomień kompozytów "EP-organobentonit" z powodu aglomeracji napełniacza.

Wyniki badań

Synteza prekursorów epoksydowych do otrzymywania polimerów z ugrupowaniami mezogenicznymi w łańcuchach bocznych

Praktyczne zastosowania polimerowych układów ciekłokrystalicznych związane jest

z podatnością na porządkujące zewnętrzne pole sił.

- Polimery z mezogenami w łańcuchach bocznych (S.C.-LCP):
- orientują się w polu magnetycznym dużo łatwiej niż polimery głównołańcuchowe (MC-LCP);
- mogą być wykorzystywane jako:

Etap III

- elementy systemów przechowywania informacji,
- w wysoko zawansowanej elektrooptyce,
- jako elementy pamięci optycznej, filtry optyczne i polaryzatory i w optyce nieliniowej,
- jako fazy stacjonarne w chromatografii gazowej.

Synteza monoepoksydowego monomeru ciekłokrystalicznego:



$$H_{2}C - CHCH_{2}O(CH_{2})_{3} - Si - O - Si - (CH_{2})_{3}OCH_{2}CH - CH_{2}$$

$$H_{3}C - CHCH_{2}O(CH_{2})_{3} - Si - O - Si - (CH_{2})_{3}OCH_{2}CH - CH_{2}$$

$$H_{3}CH_{3}CH_{3}$$

1,3-bis(glicydyloksypropylo)-1,1,3,3-tetrametylodisiloksan(KRZ4) LE=0,534 val/100g

Proces sieciowania:

SPOTKANIE PANELI EKSPERTÓW

28-29 Czerwca 2010





200 300 400 Temperatura, [⁰C]





się beleczek od zawartości badanych

bentonitów w kompozytach EP



Tabela 1. Wyniki oznaczeń wskaźnika (indeksu) tlenowego (LOI) kompozytów: Epidian 6 (EP) z dodatkiem niemodyfikowanego bentonitu Specjal (BS) oraz EP z dodatkiem modyfikowanych bentonitów NanoBent ZR1 i ZR2

Lp.	Symbol kompozytu		LOI		
		Stężeni	Stężenie napełniacza w kompozycie, %		
		1,0	3,0	5,0	
1	EP +BS	16,7	17,4	18,1	
2	EP + <u>NanoBent</u> ZR 2	24,5	25,4	26,4	
3	EP + NanoBent ZR 1	26,2	28,3	29,2	



Rys.4. Krzywe WAXS bentonitów: BS, Nanobent ZR1 oraz kompozytów EP/BS (A) i EP/ Nanobent ZR1 (B)





Charakterystyka właściwości ciekłokrystalicznych monomeru **BAFKPU** (4,5-epoksypentanianu-4-[(4-butylofenylo)-ONN-azoksy]fenylu)



Rys.9. Termogram DSC monomeru BAFKPU; szybkość ogrzewania i chłodzenia 2°C/min

Polimeryzacja monomeru **BAFKPU** – inicjator polimeryzacji 2% **DMAP** (4-(N,N-dimetyloamino) pirydyna)





Rys.10. Termogramy DSC mieszaniny BAFKPU z dodatkiem Rys.11. Termogram DSC produktu otrzymanego po procesie 2% DMAP polimeryzacji mieszaniny BAFKPU/DMAP

Rys. 14. Termogramy TGA utwardzonych kompozycji żywicy epoksydowej E6; 10C/min, N_2

Podsumowanie:

E6/KRZ2/D2000

E6/KRZ4/D2000

120°C/ 48h

- Oznaczono reaktywności nowych monomerów krzemowych z wytypowanymi utwardzaczami o charakterze aromatycznym (DDM) i alifatycznym (Jeffamina D2000) i określono entalpię tych reakcji,
- Dobrano warunki utwardzania i przygotowano nowe kompozycje polimerowe zawierające w swej budowie atomy krzemu,
- Wykonano analizę termograwimetryczną, która wykazała, że modyfikowane żywice epoksydowe charakteryzują się odpornością termiczną do około 350°C, dodatek modyfikatora nie wpływał natomiast w sposób znaczący na wartość temperatury zeszklenia (DSC),

Wskaźniki realizacji celów projektu

Referaty

- B. Mossety-Leszczak, M. Włodarska, H. Galina: *Ciekłokrystaliczne żywice epoksydowe i ich zastosowania*. Materiały Polimerowe Pomerania-Plast 2010, Kołobrzegu, 8-11 czerwca 2010. Wystąpienie ustne
- M. Oleksy, M. Heneczkowski, H. Galina, G. Budzik: Kompozyty polimerów chemoutwardzalnych i termoplastycznych z dodatkiem nanonapełniaczy NanoBent **ZR1 i ZR2**; Materiały Polimerowe Pomerania-Plast 2010, Kołobrzegu, 8-11 czerwca 2010, wystąpienie ustne.
- M. Oleksy, M. Heneczkowski, H. Galina, Zastosowanie IV-rz. soli amoniowych do modyfikacji bentonitów stosowanych jako napełniacze kompozytów, w tym kompozytów dla lotnictwa. VII Sympozjum nt Czwartorzędowe sole amoniowe i obszary ich zastosowania w gospodarce Poznań 1-2 lipca 2010
- Oleksy M....., Galina H., Heneczkowski M., Mossety-Leszczak B., Budzik G.: Nanokompozyty na osnowie żywic chemoutwardzalnych stosowane w technologii odlewania próżniowego. II Konferecja Nano i Mikromechaniki, Krasiczyn 6-8 lipca 2010
- Oleksy M....., Galina H., Heneczkowski M., Mossety-Leszczak B., Budzik

Rys.5. Zdjęcie SEM kruchych przełomów kompozytów: a) EP + 3,0% dodatek niemodyfikowanego bentonitu Specjal, b) EP + 3,0% NanoBentu ZR1, c) EP + 3,0% NanoBentu ZR2



Rys.6. Termogram DMA kompozytu EP (Epidian 6) – NanoBent ZR1: krzywa 1- moduł zachowawczy, krzywa 2 - moduł stratności, krzywa 3 - tangens kąta stratności mechanicznej (tg δ)



Rys.8. Termogram DMA kompozytu EP (Epidian 6) – NanoBent ZR2: krzywa 1- moduł zachowawczy, krzywa 2 - moduł stratności, krzywa 3 - tangens kąta stratności mechanicznej (tg δ)



Rys.7. Termogram DSC kompozytu EP (Epidian 6) – NanoBent ZR1



Rys.9. Termogram DSC kompozytu EP (Epidian 6) – NanoBent ZR2

Wyniki badań

Chemiczna modyfikacja żywic epoksydowych pod kątem ich uniepalnienia

Określenie reaktywności żywic epoksydowych zawierających atomy krzemu Cel z wytypowanymi utwardzaczami i analiza termiczna otrzymanych kompozycji polimerowych

Materiały użyte do badań:

• żywica epoksydowa Epidian 6 (E6):



utwardzacze:

4,4'-diaminodifenylometan (DDM)

 $H_2N \rightarrow \sqrt{}$

poli(oksypropyleno)diamina (Jeffamina D2000)



G.: Nanokompozyty żywicy epoksydowej stosowane w przemyśle lotniczym. II Konferecja Nano i Mikromechaniki, Krasiczyn 6-8 lipca 2010

Publikacje

- M. Oleksy, M. Heneczkowski, H. Galina: *Zastosowanie IV-rz. soli amoniowych do* modyfikacji bentonitów stosowanych jako napełniacze kompozytów, w tym kompozytów w tym kompozytów dla lotnictwa, złożona do publikacji w czasopiśmie Przemysł Chemiczny, 2010, 89(11)
- M. Oleksy, M. Heneczkowski, B. Mossety-Leszczak, H. Galina: *Uniepalnione kompozyty* żywicy epoksydowej z dodatkiem modyfikowanych bentonitów stosowane w przemyśle lotniczym przygotowana do opublikowania w czasopiśmie Polimery
- M. Oleksy, G. Budzik: *Nanokompozyty na osnowie żywic chemoutwardzalnych* stosowane w technologii odlewania próżniowego przygotowana do opublikowania w czasopiśmie Archiwum Mechaniki Stosowanej
- M. Oleksy, G. Budzik: Nanokompozyty żywicy epoksydowej stosowane w przemyśle *lotniczym* przygotowana do opublikowania czasopiśmie Polimery

Prace mgr, dr, hab.

Prace magisterskie obronione:

- Anna Marchelewicz: Synteza i badanie polianiliny i oligomerów aniliny oraz ich kompozytów z polimerami klasycznymi. Promotor: dr inż. Ireneusz Wielgus (Wydział Chemiczny Politechniki Warszawskiej)
- Maciej Popławski: Hybrydowe kompozyty polimerów syntetycznych (opiekun: był dr inż. Mariusz Oleksy)
- Rafał Oliwa: Kompozyty polimerów syntetycznych z modyfikowanymi bentonitami, (opiekun: dr inż. Mariusz Oleksy).
- Alicja Kudła: Otrzymywanie ciekłokrystalicznych monomerów monoepoksydowych (opiekun: dr inż. Beata Mossety-Leszczak)
- Jadwiga Kucharska: Synteza prekursorów epoksydowych do otrzymywania polimerów z ugrupowaniami mezogenicznymi w łańcuchach bocznych (opiekun: dr inż. Beata Mossety-Leszczak)

PROJEKT WSPÓŁFINANSOWANY PRZEZ UNIĘ EUROPEJSKĄ ZE ŚRODKÓW EUROPEJSKIEGO FUNDUSZU ROZWOJU REGIONALNEGO